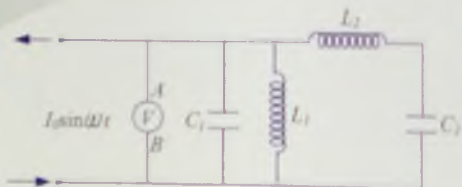
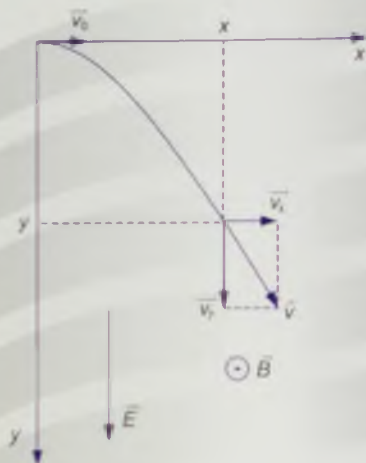




CK.000069314

Bài tập

ĐIỆN ĐỘNG LỰC HỌC

NGUYỄN
QUANG HỌC

76



NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC SƯ PHẠM

NGUYỄN VĂN THUẬN – NGUYỄN QUANG HỌC

BÀI TẬP
ĐIỆN ĐỘNG LỰC HỌC

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC SƯ PHẠM

Mã số: 01.01.540/1503. ĐH 2011

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU	5
Chương 1. TRƯỜNG ĐIỆN TỬ TRONG CHÂN KHÔNG	7
Hướng dẫn giải	10
Chương 2. TRƯỜNG ĐIỆN TỬ TRONG MÔI TRƯỜNG LIÊN TỤC	23
Hướng dẫn giải	26
Chương 3. ĐIỆN TRƯỜNG KHÔNG ĐỐI	37
Hướng dẫn giải	46
Chương 4. TỪ TRƯỜNG KHÔNG ĐỐI	75
Hướng dẫn giải	80
Chương 5. TRƯỜNG ĐIỆN TỬ CHUẨN DỪNG	101
Hướng dẫn giải	109
Chương 6. TRƯỜNG ĐIỆN TỬ TỰ DO	133
Hướng dẫn giải	137
Chương 7. TRƯỜNG ĐIỆN TỬ BỨC XẠ	155
Hướng dẫn giải	159
Chương 8. VẬT LÍ PLASMA	173
Hướng dẫn giải	177
TÀI LIỆU THAM KHẢO	191

Lời nói đầu

Cuốn **Bài tập Điện động lực học** này nhằm phục vụ cho việc giảng dạy và học tập môn Điện động lực học ở các trường Đại học Sư phạm cũng như các trường đại học khác có học môn này. Các bài tập có phần hướng dẫn giải giúp cho sinh viên làm quen với các phương pháp giải bài tập điện động lực học. Ngoài ra, việc giải các bài tập này còn giúp cho sinh viên thuận lợi hơn khi học tập và nghiên cứu một số lĩnh vực của vật lý thuyết hiện đại.

Các bài tập trong cuốn sách này đã được chọn lọc để giảng dạy trong những năm gần đây cho sinh viên trường Đại học Sư phạm Hà Nội và một số trường Đại học Sư phạm khác. Khi biên soạn chúng tôi đã tham khảo một số bài tập trong các giáo trình và sách bài tập về điện động lực học của các tác giả trong và ngoài nước.

Các tác giả xin chân thành cảm ơn GS.TS. Vũ Văn Hùng, GS.TS. Đặng Văn Soa, PGS.TS. Lê Viết Hoà đã đóng góp nhiều ý kiến quý báu cho cuốn sách.

Lần đầu xuất bản, cuốn sách chắc chắn không tránh khỏi thiếu sót, các tác giả mong nhận được những ý kiến đóng góp của các đồng nghiệp và độc giả, để cuốn sách được hoàn thiện hơn cho những lần tái bản sau.

Xin trân trọng cảm ơn!

Các tác giả

Chương 1

TRƯỜNG ĐIỆN TỪ TRONG CHÂN KHÔNG

- 1.1. Chứng minh rằng cặp phương trình Maxwell thứ nhất có thể thu được từ hệ thức

$$F_{\mu\nu} = c(\partial_\mu A_\nu - \partial_\nu A_\mu)$$

- 1.2. Chứng minh rằng tập hợp bốn đại lượng xác định bởi

$$j^\alpha = (c\rho, \vec{j}), \quad \alpha = 0, 1, 2, 3$$

lập thành một vector bốn chiều.

- 1.3. Gọi \vec{j} và ρ là mật độ dòng điện và mật độ điện tích trong hệ K , \vec{j}' và ρ' là các đại lượng tương ứng trong hệ K' . Hệ K' chuyển động với vận tốc không đổi \vec{v} theo phương Ox đối với hệ K . Viết các công thức biến đổi của vector \vec{j} và mật độ điện tích ρ từ hệ K sang hệ K' .

- 1.4. Chứng minh rằng phương trình liên tục có thể thu được từ cặp phương trình Maxwell thứ hai.

- 1.5. Chứng minh rằng tenxơ trường điện từ sẽ không thay đổi nếu thêm vào thế bốn chiều một lượng $(-\vec{c}_a f)$. Ở đây f là một hàm vô hướng tùy ý của tọa độ và thời gian.

- 1.6. Hãy thiết lập phương trình chuyển động bốn chiều của điện tích trong trường điện từ.

- 1.7. Từ hàm Lagrange $L = -m_0 c^2 \sqrt{1 - \beta^2} + q \vec{v} \cdot \vec{A} - q\phi$, hãy thiết lập biểu thức xác định năng lượng và hàm Hamilton của điện tích trong trường điện từ.

- 1.8. Từ hàm Lagrange $L = -m_0 c^2 \sqrt{1 - \beta^2} + q \vec{v} \cdot \vec{A} - q\phi$, chứng minh rằng nếu từ trường không phụ thuộc thời gian và vector \vec{B} song song với mặt phẳng (x, y) thì khi một hạt tích điện q chuyển động trong từ trường đó, đại lượng $\frac{m_0 v_z}{\sqrt{1 - \beta^2}} + qA_z$ không đổi. (Ở đây v , m_0 là vận tốc, khối lượng của hạt tích

điện. \vec{A} là thế vector của từ trường, $\beta = \frac{v}{c}$).

1.9. Từ hàm Lagrange $L = -m_0 c^2 \sqrt{1 - \beta^2} + q \vec{v} \cdot \vec{A} - q\varphi$, chứng minh rằng nếu từ trường không phụ thuộc thời gian và có tính đối xứng trục (cụ thể là $A_r = 0$, $A_z = 0$, $A_\varphi = A(r, z)$), thì khi một hạt tích điện q chuyển động trong từ trường đó, đại lượng $\frac{m_0 r \dot{\varphi}}{\sqrt{1 - \beta^2}}$ không đổi. (Ở đây m_0 là khối lượng tĩnh của hạt, $\beta = \frac{v}{c}$).

1.10. Chứng minh rằng khi từ trường đối xứng trục ($B_r = B_z = 0$; $B_\varphi = B(r, t)$) biến đổi theo thời gian thì xuất hiện điện trường xoáy mà đường sức là những vòng tròn đồng tâm, có tâm nằm trên trục của từ trường.

1.11. Gọi f_μ là vectơ lực bốn chiều tác dụng lên hạt, u_μ là vectơ vận tốc bốn chiều của hạt, chứng minh rằng

$$f_\mu u_\mu = 0$$

1.12. Ở trạng thái cơ bản của nguyên tử hiđrô, điện tích của electron ($-e$) được phân bố đối xứng cầu với mật độ điện thể tích là

$$\rho = -\frac{e}{\pi a^3} e^{-2r/a}$$

trong đó a là bán kính Bohr, r là khoảng cách tính từ tâm quả cầu. Tính cường độ điện trường bên trong nguyên tử tạo bởi electron ở điểm cách tâm một khoảng r .

1.13. Chứng minh rằng phương trình

$$\operatorname{div} \vec{E} = \frac{q \delta(\vec{r})}{\epsilon_0}$$

trong đó q là điện tích điểm đặt tại gốc tọa độ, có nghiệm là

$$\vec{E} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{\vec{r}}{r^3}$$

1.14. Một phân bố điện tích sinh ra một điện trường xuyên tâm

$$\vec{E} = A \frac{e^{-br}}{r^2} \vec{e}_r$$

trong đó A và b là các hằng số.

a) Hãy xác định mật độ điện tích sinh ra điện trường đó.

b) Tính điện tích toàn phần Q .

1.15. Từ phương trình $\text{div } \vec{B} = 0$, chứng minh rằng các đường sức từ là các đường khép kín.

1.16. Từ phương trình $\text{div } \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$, chứng minh rằng các đường sức điện xuất phát từ các điện tích dương và tận cùng ở các điện tích âm.

1.17. Tìm phương trình vi phân đối với thể

$$\varphi = q \frac{e^{-r/a}}{r}$$

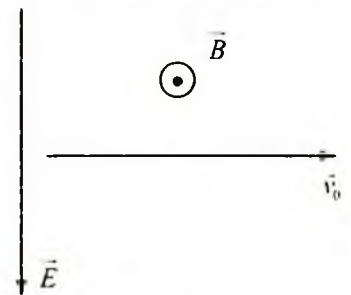
1.18. Tìm quỹ đạo của electron trong trường Coulomb của hạt nhân.

1.19. Một electron được đưa vào trong một miền có điện trường và từ trường đều, vuông góc với nhau. Giả thiết rằng $\vec{E} = E \vec{e}_1$, $\vec{B} = B \vec{e}_2$.

a) Với vận tốc ban đầu như thế nào thì các electron sẽ chuyển động với vận tốc không đổi?

b) Xét một chùm electron được phóng đồng thời vào mặt phẳng vuông góc với điện trường. Liệu có một thời điểm nào khác mà khi đó tất cả các electron lại ở trong mặt phẳng này nữa không?

1.20. Một hạt mang điện tích dương, chuyển động phi tương đối tính trong miền có điện trường và từ trường đều, vuông góc với nhau. Ở một thời điểm nào đó, vận tốc của hạt bằng \vec{v}_0 , $\vec{v}_0 \perp \vec{E}$, $\vec{v}_0 \perp \vec{B}$ (hình 1.1). Hỏi ở thời điểm vector vận tốc của hạt tạo với vector \vec{v}_0 một góc 180° và $E = v_0 B$ thì độ lớn vận tốc của hạt bằng bao nhiêu?



Hình 1.1

1.21. Một hạt có khối lượng m và điện tích q được gia tốc trong một thời gian bởi một điện trường đều tới một vận tốc v nào đó.

a) Tính xung lượng của hạt ở cuối thời gian gia tốc.

b) Tốc độ của hạt ở cuối thời gian đó bằng bao nhiêu?

1.22. Giả thiết rằng sự tồn tại của từ tích có quan hệ với từ trường bằng phương trình

$$\text{div } \vec{B} = \mu_0 \rho_m$$

ở đây ρ_m là mật độ từ tích.

a) Hãy tìm từ trường của một từ tích đặt tại gốc tọa độ.